

**Leibniz-Institut für Meereswissenschaften  
an der Universität Kiel**

**Date: 15.07.2005**

## **Cruise Report**

**Compiled by:** Thomas J. Müller

**F.S. ALKOR**

**Cruise No.: 261**

**Dates of Cruise:** 12.07. – 15.07.2005

**Areas of Research:** Physical oceanography

**Port Calls:** Warnemünde, 12.07.-13.07.2005  
Sassnitz, 13.07.-14.07.2005  
Warnemünde, 14.07.-15.07.2005

**Institute:** Leibniz-Institut für Meereswissenschaften, Kiel, Germany

**Chief Scientist:** Dr. Thomas J. Müller

**Number of Scientists:** 16

**Projects:** Student's course in physical oceanography

### **Cruise Report**

#### **Inhalt**

1. Wiss. Fahrtteilnehmer
  2. Forschungsprogramm
  3. Fahrtverlauf
  4. Wiss. Bericht mit vorläufigen Ergebnissen
  5. Wiss. Ausrüstung und Verankerungen
  6. Abschließende Bemerkungen
  7. Literatur
  8. Anhang
- Stationsliste

## **1. Wiss. Fahrtteilnehmer**

AL261, 12.07. — 15.07.2005, Kiel – Warnemünde – Sassnitz - Kiel

| <b>Nr.</b> | <b>Name</b>           | <b>Institute</b> | <b>Funktion</b> | <b>Unterkunft</b> | <b>Gruppe</b> |
|------------|-----------------------|------------------|-----------------|-------------------|---------------|
| 1.         | Müller, Dr. Thomas J. | IFM-GEOMAR       | Fahrtleiter     | a/L               |               |
| 2.         | Begler, Christian     | IFM-GEOMAR       | Phys. Oz.       | 411               |               |
| 3.         | Blöhdorn, Björn       | IFM-GEOMAR       | Stud. Hilfskr.  | a/L               |               |
| 4.         | Smarz, Christopher    | IFM-GEOMAR       | TA              | 411               |               |
| 5.         | Hellmich, Franziska   | Student          | Geol.           | 420               | 2             |
| 6.         | Laurer, Wolf-Udo      | Student          | Geol.           | 409               | 2             |
| 7.         | Kabuth, Alina         | Student          | Geol.           | 420               | 2             |
| 8.         | Gritzuhn, Anna-Lena   | Student          | Geol.           | a/L               | 4             |
| 9.         | Teschner, Claudia     | Student          | Geol.           | a/L               | 4             |
| 10.        | Rostock, Nelida       | Student          | Geogr.          | 406               | 3             |
| 11.        | Haase, Claudia        | Student          | Geophys.        | 407               | 3             |
| 12.        | Jelinek, Katja        | Student          | Geogr.          | 406               | 3             |
| 13.        | Kraatz, Stefan        | Student          | Geogr.          | 407               | 4             |
| 14.        | Heinrich, Christoph   | Student          | Geol.           | 409               | 1             |
| 15.        | Pansegrau, Moritz     | Student          | Geol.           | 418               | 1             |
| 16.        | Piatkowski, Marten    | Student          | Geol.           | 418               | 1             |

IFM-GEOMAR: Leibniz-Institut für Meereswissenschaften an der Universität Kiel, Germany

*Fahrtleiter:*

Dr. Thomas J. Müller  
Institut für Meereskunde  
Düsternbrooker Weg 20  
24105 KIEL, Germany

phone: ++49 (0)431 600-4161 / 4151  
fax: ++49 (0)431 600-4152  
e-mail: [tmueller@ifm-geomar.de](mailto:tmueller@ifm-geomar.de)

## 2. Forschungsprogramm

Seit Oktober 2001 (AL191b) werden Fahrten im Rahmen des Praktikums der Physikalischen Ozeanographie am IFM-GEOMAR kombiniert mit Fahrten im Rahmen des Verbundprojekts *Baltic Sea Water and Energy Cycle Study* (BASEWECS), das vom BMBF bis Ende 2004 gefördert wurde (Fkz. 01LD0025). Ziel ist es, den Wassermassenaustausch durch den Fehmarnbelt zu erfassen und die Daten dem Ostseemodell zur Kalibrierung und für Vergleiche mit Modelldaten zur Verfügung zu stellen (König, 2004). Hierzu werden während der Praktikumsfahrten etwa dreimal im Jahr Schnitte mit CTD/Rosette und Schiffs-ADCP quer zum Belt aufgenommen sowie ein bodennah verankerter ADCP (300 kHz) mit MicroCat am südöstlichen Ausgang des Beltes getauscht (Verankerung V431). Das Programm wird ergänzt durch einen weiteren Schnitt mit CTD und Schiffs-ADCP entlang der Hauptausbreitungsrichtung des Bodenwassers von Vinds Grav bis zum Arkonabecken

Die Praktikums Teilnehmer lernen während der Fahrt, moderne Methoden der physikalischen Ozeanographie wie CTD/Rosette, Schiffs-ADCP und verankerte ADCP für Hydrographie und Strömungsmessung zu nutzen und die Daten in der Auswertung zu interpretieren.

## 3. Fahrtverlauf

Bei Sonnenschein lief ALKOR am 12.07. um 08:00 Bordzeit mit 16 Fahrtteilnehmern pünktlich zur Fahrt AL261 aus. Anschliessend begann der Schnitt L von Vindsgrav zum Arkonabecken mit 2 CTD/Rosetten-Stationen im Vindsgrav (ALKOR Stationen #903 u. #904, Praktikumspositionen P02 u. P03). Ebenfalls begonnen wurden die Messungen mit dem Schiffs-ADCP, WH 300 kHz. Das ADCP war seit der letzten Praktikumsfahrt mit einer veränderten Halterung eingebaut, um früher beobachtete Störungen zu vermeiden. Der Schnitt C quer zum Fehmarnbelt schloss sich an (#905 bis #910, P04 bis P09).

Am späten Nachmittag konnte dann die Verankerung V431-09 im Sperrgebiet Marienleuchte aufgenommen werden (#911, P10). In ihr konnten am Boden in einem Schild geschützt seit November 2005 acht Monate lang ein WH-ADCP und ein Microcat Strömungsprofile und sowie Veränderungen in den Eigenschaften des überwiegend einströmenden Bodenwassers registriert werden. Beide Geräte haben zur Zufriedenheit registriert.

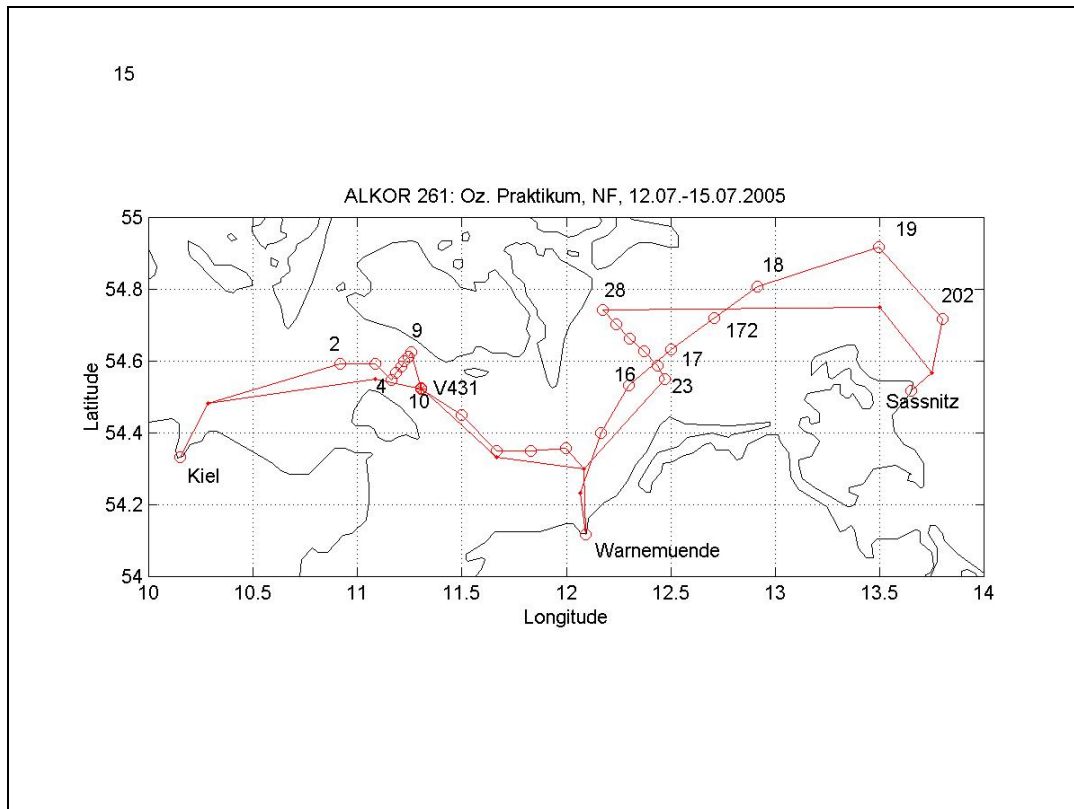
Mit einem CTD/Rosettenprofil auf gleicher Position zur Kalibrierung des Microcat und als Teil von L sowie der Fahrt nach Warnemünde schloss der erste Tag ab; ALKOR war um 19:30 am Passagierkai in Warnemünde fest, da bei mehr als 12 Fahrtteilnehmern ein Teil an Land übernachten muss.

Am 13.07. um 07:15 verliessen wir Warnemünde. Auch an diesem Tage herrschte strahlender Sonnenschein mit nur ganz wenigen Wolken. Von 09:30 an bis 19:50 wurde dann der östliche Teil des CTD- und ADCP-Längsschnitts L von der westlichen Kadetrinne (#912, P15) bis vor das Arkonabecken (#918, P202, verlegt n. Süden von P20) erledigt. Die Nacht verbrachten wir in Sassnitz.

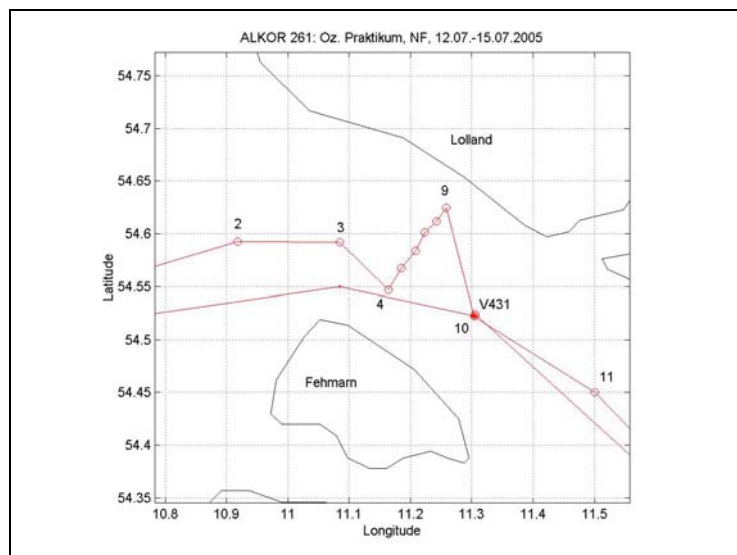
Am 14.07. um 07:00 verließen wir Sassnitz zu einem Schnitt über die Darsser Schwelle, der leicht östlich vom Verkehrstrennungsgebiet gelegt worden war (#919 - #924, P28 – P23). Die Nacht wurde erneut in Warnemünde verbracht. C. Begler schiffte sich hier aus.

Am 15.07. verliessen wir um 07:00 Warnemünde, vervollständigten den Längsschnitt L (#925 - #928, P14 – P11) und setzten die Verankerung V431 im Sperrgebiet Marienleuchte erneut

aus; sie soll dort bis voraussichtlich Oktober 2005 liegen. Damit war das Stationsprogramm dieser Reise beendet. Um 15:30 war ALKOR an der Westpier von IFM-GEOMAR fest.



**Fig. 3.1:** ALKOR 261, Kurskarte mit Praktikumspositionen P. Die Verankerung V431 liegt am südöstlichen Ausgang des Fehmarnbelts (P10). Häfen Warnemünde (12.-13.07), Sassnitz (13.-14.07., Warnemünde (14.-15.07.2005)

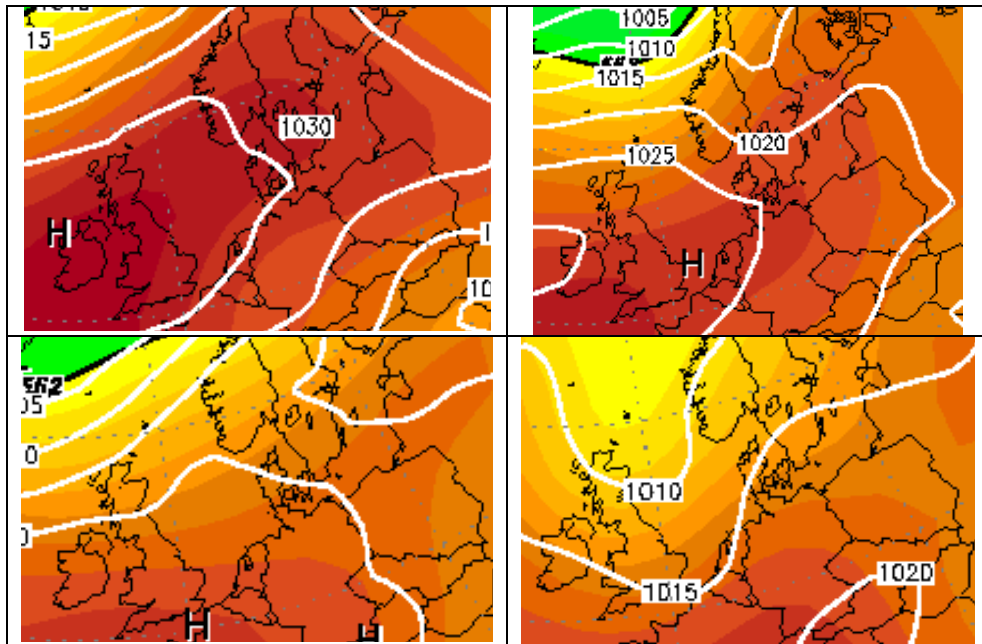


**Fig. 3.2:** ALKOR 261, Detailkarte für die Stationen im Fehmarnbelt. Die Verankerung V431 liegt am südöstlichen Ausgang des Fehmarnbelts (P10).

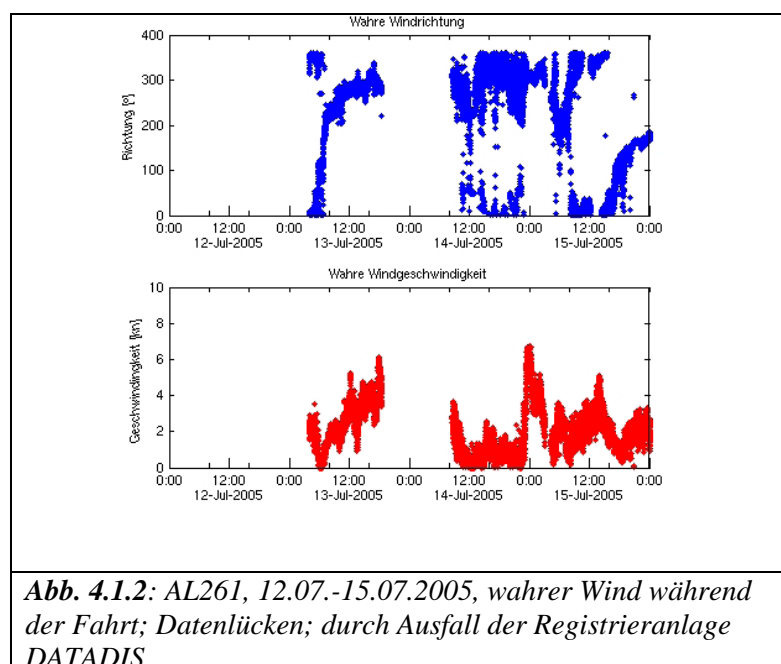
#### 4. Wissenschaftlicher Bericht mit vorläufigen Ergebnissen

##### 4.1 Wetterlage und zu erwartende Strömungsverhältnisse im Fahrtgebiet

Während der Dauer der Fahrt vom 12. bis 15. Juli 2005 bestimmte ein kräftiges Hoch mit Kern über den Britischen Inseln die Wetterlage (Abb. 4.1.1). Über der westlichen Ostsee führte dies zu mäßigen Winden aus zunächst nördlichen Richtungen, die am 13.07., 14.07. und am 15.07. über Nordwest und West auf Südwest drehen. Dies wird durch den Bord gemessenen Wind bestätigt (Abb. 4.1.2).



**Abb. 4.1.1:** Bodenluftdruck über Nord- und Ostsee nach der NCEP Re-Analyse; 12.07.2005 (oben links), 13.07. (oben rechts), 14.07. (unten links), 15.07. (unten rechts).  
Quelle: [www.wetterwelten.de](http://www.wetterwelten.de)



**Abb. 4.1.2:** AL261, 12.07.-15.07.2005, wahrer Wind während der Fahrt; Datenlücken; durch Ausfall der Registrieranlage DATADIS

Das vom Modell des Bundesamts für Seeschifffahrt und Hydrographie, BSH, betriebene Strömungsmodell sagt für die oberen 8 m im jeweiligen Tagesmittel für den Fehmarn Belt zunächst Ausstrom über die gesamte Breite vorher, der sich am zweiten Tag abschwächt, dann umkehrt und schließlich stagniert (Abb. 4.1.3).

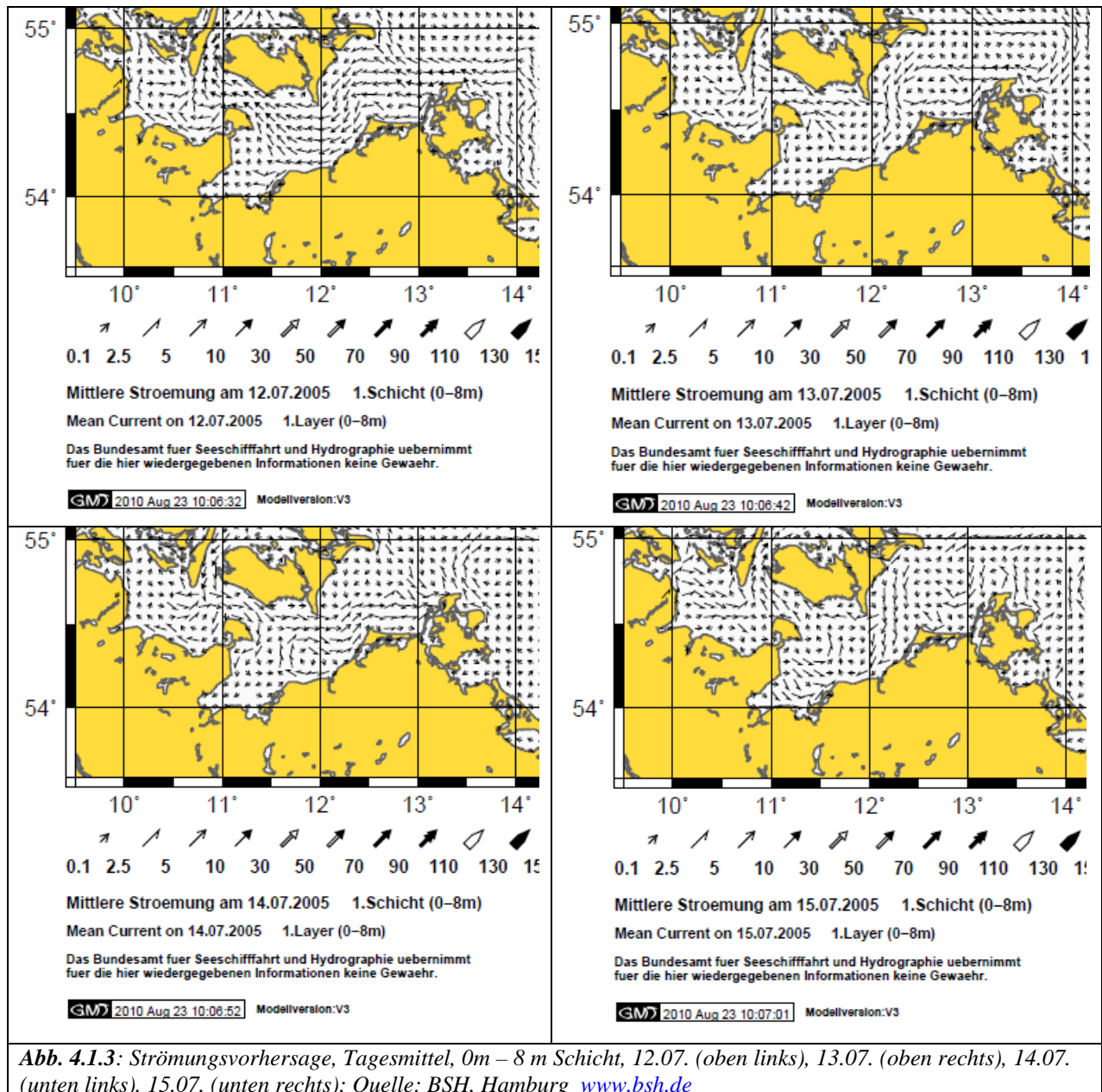
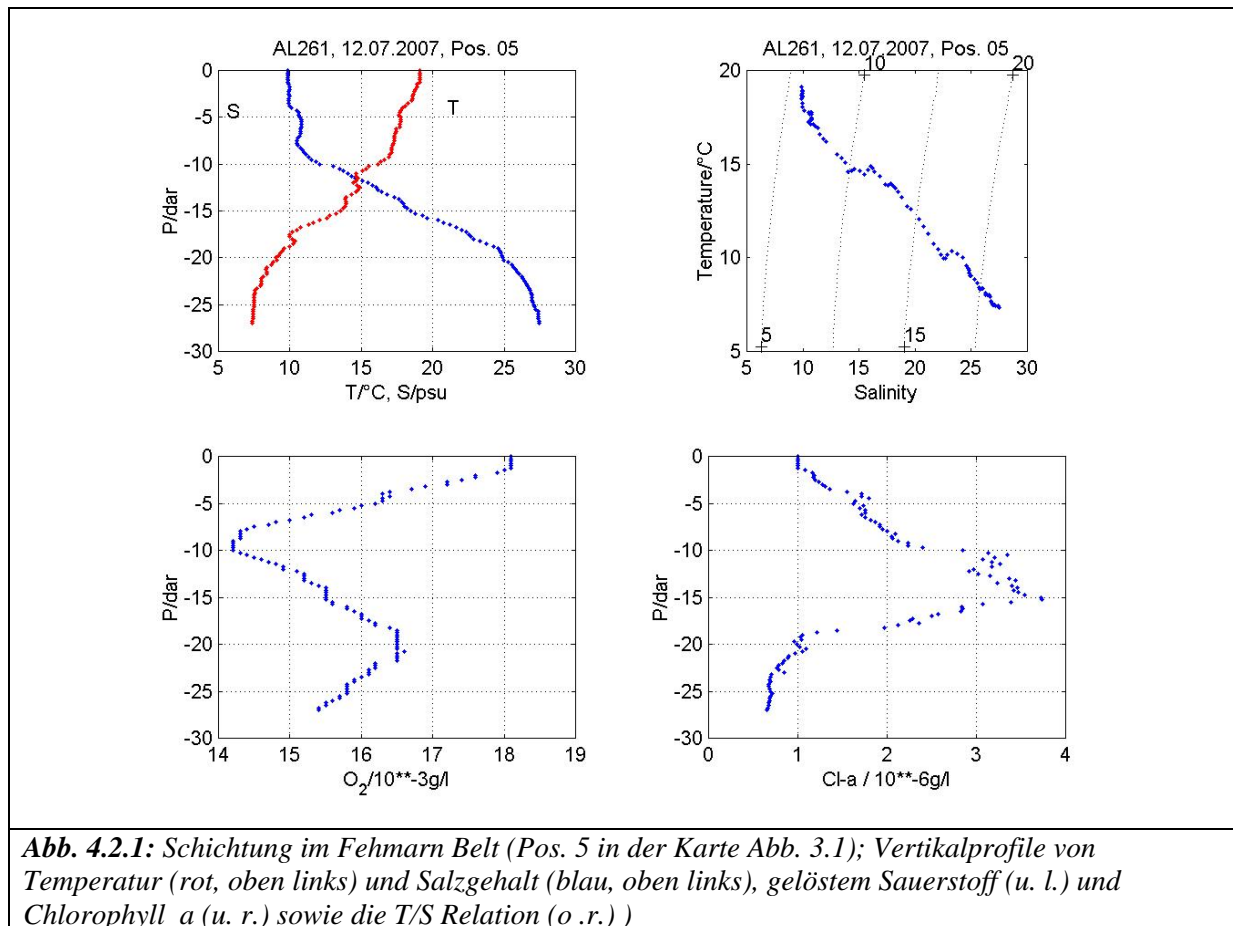


Abb. 4.1.3: Strömungsvorhersage, Tagesmittel, 0m – 8 m Schicht, 12.07. (oben links), 13.07. (oben rechts), 14.07. (unten links), 15.07. (unten rechts); Quelle: BSH, Hamburg [www.bsh.de](http://www.bsh.de)

## 4.2 Hydrographie von der Vejsnaes Rinne (Vinds Grav) bis zum Arkona Becken

Am westlichen Eingang zum Fehmarn Belt (Pos. 05 in der Karte, Abb. 3.1) findet man die typische sommerliche Schichtung der westlichen Ostsee: eine warme und salzarme fast durchmischte Deckschicht, die in etwa 10 m Tiefe durch eine Sprungschicht von deutlich kälterem und salzreicherem Wasser getrennt ist (Abb. 4.2.1, oben links). Gut durchmischt sind dabei lediglich die oberen etwa 2 m sowie eine dünne Bodengrenzschicht. Die Relation von Temperatur und Salzgehalt (Abb. 4.2.1, o. r.) ist nahezu linear, was auf Durchmischung von zwei Hauptwassermassen schließen läßt: winterlich kaltes und salzreiches Bodenwasser sowie sommerlich erwärmtes frischeres Wasser aus der Ostsee. Kleine Nichtlinearitäten deuten auf Reste fast vermischter anderer Wassermassen hin. Der Sauerstoffgehalt zeigt in etwa 10 m Tiefe ein ausgeprägtes Minimum, was auf Zehrung durch Photosynthese deutet (Abb. 4.2.1, u. l.). Das Maximum im Fluorometer liegt etwas tiefer zwischen 12 und 15 m Tiefe, also dort, wo der Dichtesprung – von oben aus gesehen – ausgeprägt ist und organisches Material beim Absinken „hängen“ bleibt.



**Abb. 4.2.1:** Schichtung im Fehmarn Belt (Pos. 5 in der Karte Abb. 3.1); Vertikalprofile von Temperatur (rot, oben links) und Salzgehalt (blau, oben links), gelöstem Sauerstoff (u. l.) und Chlorophyll\_a (u. r.) sowie die T/S Relation (o. r.)

Der Schnitt zeigt die Änderungen vom Belt nach Osten; er reicht von der Vejsnaes Rinne (Vinds Grav) am westlichen Eingang zum Fehmarn Belt bis zum Beginn des Arkona Beckens im Osten (Abb. 4.2.2; Pos. 02, 03, 05, 10 – 17, 172, 18, 19, 202 in der Karte, Abb. 3.1). Während die Temperatur in der sommerlichen Deckschicht infolge der sommerlichen Erwärmung im Osten bereits etwas stärker angestiegen ist als im Westen nimmt der



Salzgehalt deutlich ab. Die bodennahe kalte und salzreiche Schicht reicht nur bis zur Darsser Schwelle bei km 120; obwohl er auch im Arkona Becken mit der Tiefe zunimmt, bleibt er doch weit unter den Werten in vergleichbaren Tiefen im Fehmarn Belt. Das charakteristische Minimum im Sauerstoff bei etwa 10 m Tiefe wird über den gesamten Schnitt zu beobachten. Der Gehalt an Sauerstoff im bodennahen salzreichen Wasser ist höher, da dieses noch im Kattegatt / Skagerak Kontakt mit der Meeresoberfläche gehabt hat.

Das Maximum in der Fluoreszenz folgt von Westen nach Osten der zunehmenden Tiefe der Sprungschicht.

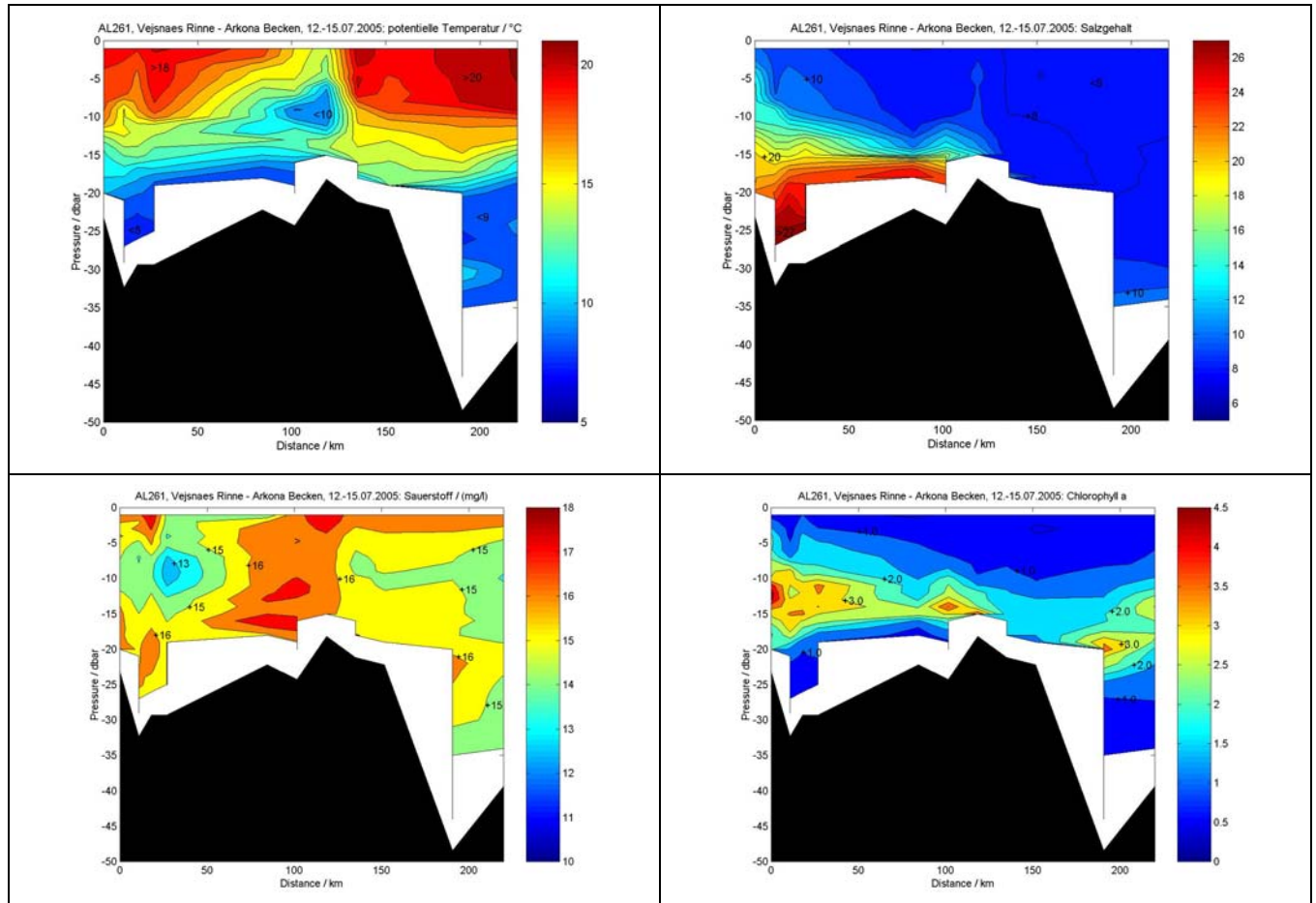


Abb. 4.2.2: Hydrographischer Schnitt von Vinds Grav (links) zum Arkona Becken (rechts): pot. Temperatur (Oben links), Salzgehalt (o.r.), gel. Sauerstoff (u.l.), Chlorophyll a (u.r.)

### 4.3 Hydrographie im Fehmarn Belt und in der Kadett Rinne

Für humide Nebenmeere wie der Ostsee gilt: der Überschuss an Zufluss von Süßwassers an der Oberfläche des Nebenmeeres führt im Mittel zu einem Anstieg des Meeresspiegels im Nebenmeer; der damit verbundene horizontale Druckgradient in Richtung des offenen Ozeans führt zu einem Ausstrom salzarmen Wassers nahe der Oberfläche in Richtung des Ozeans. Vertikale Vermischung im inneren des Nebenmeeres führt salzhaltiges Wasser aus tieferen Schichten nach oben; der damit verbundene horizontale innere Druckgradient in der Tiefe läßt in der Tiefe zur Massenerhaltung im Mittel salzreiches dichteres Wasser



einströmen. Bilden Kanäle die Verbindung zwischen offenem Ozean und dem Nebenmeer, so lehnen sich im Mittel die Strömungen auf der Nordhalbkugel an die in Strömungsrichtung gesehen rechte Flanke der Kanäle an. Im Fehmarn Belt und in der Kadett Rinne sind das für den Ausstrom an der Oberfläche die nördliche (dänische) und für den tiefen Einstrom salzreichen Wassers die südliche (deutsche) Seite. Diese Bild gilt im Mittel; jede einzelne Situation kann vor allem unter dem Einfluss von Luftdruck- und Windverhältnissen hiervon auf Zeitskalen von Tagen bis Wochen abweichen.

Während AL261 wurden je einmal die Schichtung im Fehmarn Belt (12.07.2005, Pos. 04 – 09 in der Karte, Abb. 3.1) und in der Kadett Rinne (14.07.2005, Pos. 23 – 28 in der Karte, Abb. 3.1) mit CTD aufgenommen. Die Daten des ebenfalls eingesetzten Schiff ADCP sind verrauscht und nicht verwendbar (s. a. Abschn. 5.3.6).

Im Fehmarn Belt (Abb. 4.3.1, oben) entspricht die Situation derjenigen, wie sie im Mittel erwartet wird: Bodennah ist ein Kern salzreichen und besonders dichten Wassers an der Südflanke (links im Bild) zu erkennen, das den Eigenschaften nach ursprünglich aus der Nordsee stammt; Salzgehalt und damit die Dichte nehmen am Boden in gleicher Tiefe nach Norden hin etwas ab, was den Kern des bodennahen Einstrom an der Südflanke erwarten lässt.

Oberflächennah erkennt man in Norden (rechts im Bild) warmes und salzarmes Wasser mit geringerer Dichte, das nach den Daten aus dem Längsschnitt aus der Ostsee stammt und so den Ausstrom mit Kern an der Nordflanke repräsentiert. Die gefundene Schichtung ist für eine ziemlich stabile Hochdruckwetterlage, wie sie vor und während der Fahrt herrschte, nicht überraschend; deshalb entspricht auch das Tagesmittel des BSH Modells für den 12.07.2005 (Abb. 4.1.3), was für den gesamten Belt in der obersten Modellschicht (0 – 8 m) Ausstrom zwischen der Oberfläche und 8 m Tiefe vorhersagt.

Der ADCP in der Verankerung V431 am Südostausgang des Beltes zeigt im Vertikalprofil ebenfalls für die letzten Tage der Messungen vor Aufnahme am 12.07.2005 oberflächennah einen Ausstrom und bodennah Einstrom (Abb. 4.4.2).

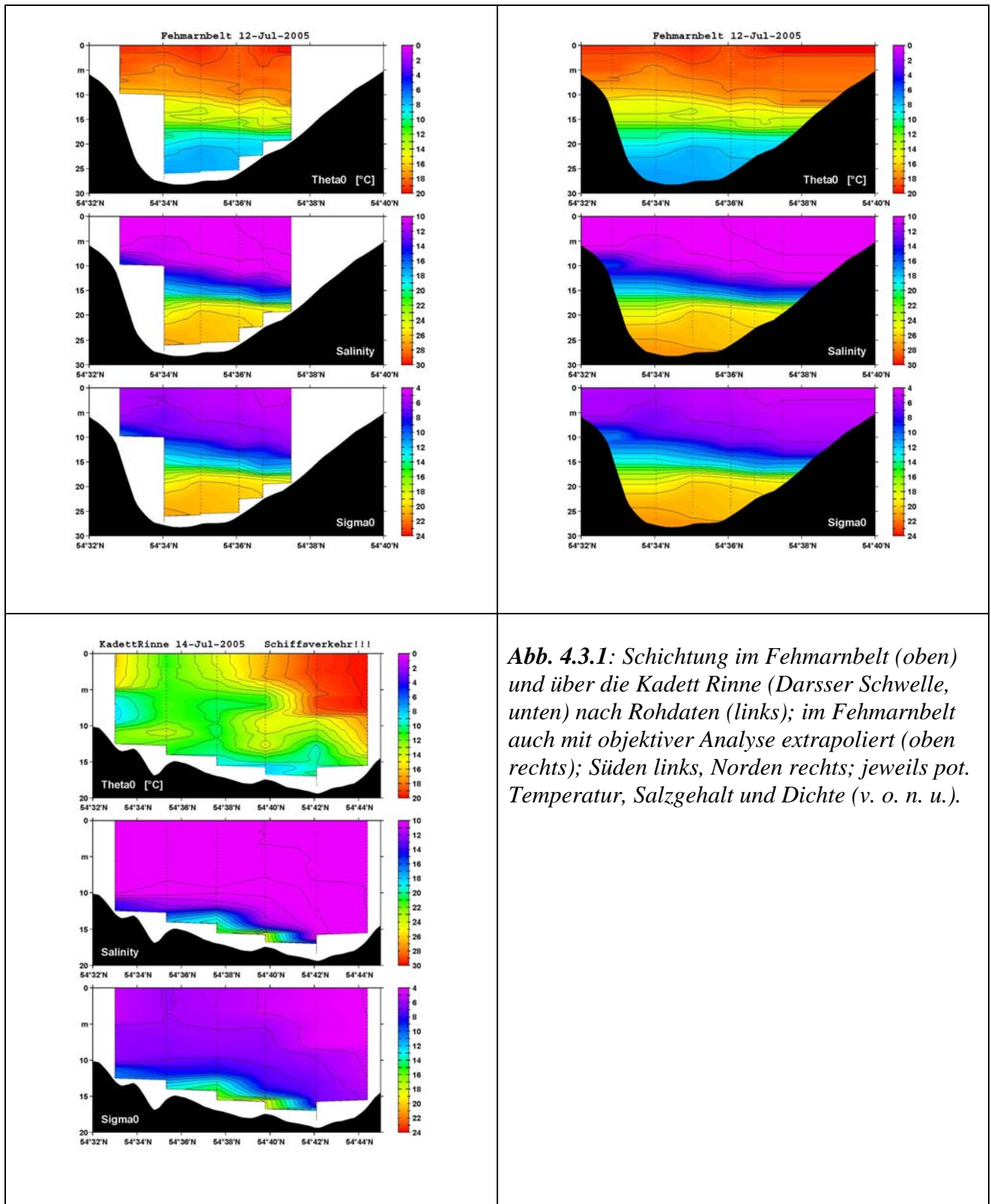
In der Kadett Rinne sieht die Schichtung in ihrer Struktur gleich aus (Abb. 4.3.1, unten). Auch hier sagt das Modell des BSH für den 14.07.2005 in der obersten Schicht (0-8 m) einen Ausstrom vorher, der allerdings auf die Nordflanke konzentriert bleibt.

*Methodische Anmerkung:* Bei der Auswertung und Konstruktion des Schnitts über den Fehmarn Belt wurden zwei Methoden angewendet: zunächst wurde nur die reine Datenbasis verwendet, was Lücken hinterlässt, die durch unterschiedliche maximale Messtiefen, also durch das variable Bodenprofil, verursacht sind (Abb. 4.3.1, links oben). Wendet man auf die Daten eine objektive Analyse an, so lassen sich diese Lücken weitgehend durch Extrapolation schließen; in diesem Fall sieht die Extrapolation plausibel aus (Abb. 4.3.1, o. r.).

#### **4.4 Langfristige Strömungsschwankungen im Fehmarn Belt.**

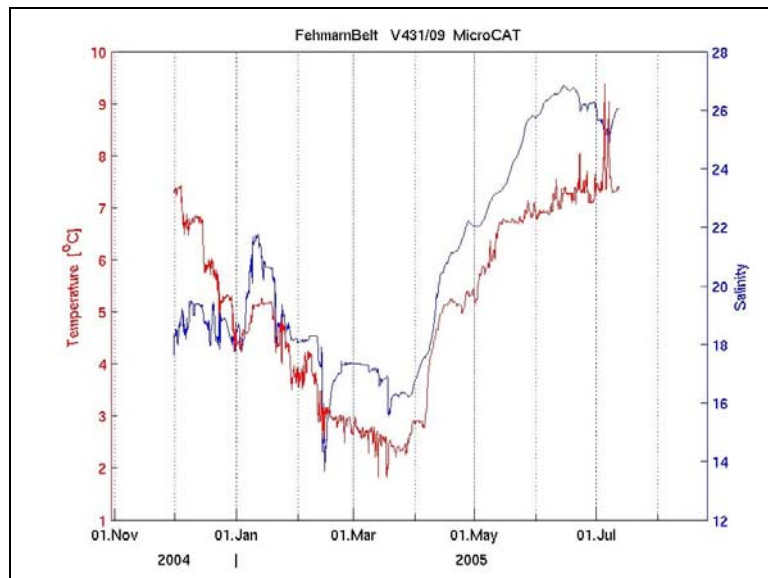
Am Südostausgang des Fehmarn Belt zur westlichen Ostsee wurde durch das IfM Kiel seit Februar 1999 in der Verankerung V399 mit einem Aanderaa RCM4 die Strömung in 26 m Tiefe bei 29 m Wassertiefe gemessen. Die Verankerung wurde während der Ausfahrten des Physikalisch-Ozeanographischen Praktikums ausgetauscht, d.h. etwa dreimal im Jahr. Ziel ist es, den Einstrom salzreichen Bodenwassers in die westliche Ostsee zu beobachten und in

Modellrechnungen zu für verbesserte Vorhersagen zu nutzen. Seit Sommer 2002 wird hierfür ein 300 kHz *Workhorse* ADCP in Verbindung mit einem verankerten CTD (*MicroCat*) eingesetzt; beide Geräte sind in einem Schild gegen Bodenfischerei geschützt.



**Abb. 4.3.1:** Schichtung im Fehmarnbelt (oben) und über die Kadett Rinne (Darsser Schwelle, unten) nach Rohdaten (links); im Fehmarnbelt auch mit objektiver Analyse extrapoliert (oben rechts); Süden links, Norden rechts; jeweils pot. Temperatur, Salzgehalt und Dichte (v. o. n. u.).

Die gemessenen Zeitreihen von Strömung, Temperatur und Salzgehalt wurden zunächst mit einem Tiefpass gefiltert, woraus dann Tagesmittelwerte berechnet wurden. Auch am Boden unterliegen Temperatur und Salzgehalt einem deutlichen Jahresgang (Abb. 4.4.1). Steigende Temperaturwerte zum Sommer hin sind offensichtlich. Aber auch der bodennahe Salzgehalt steigt zum Sommer hin an; dies liegt daran, dass im Winter die fehlende sommerliche Temperatursprungschicht vertikale Durchmischung salzarmen Oberflächenwassers nach unten hin bis zum Boden erlaubt, was den Salzgehalt dort erniedrigt.



**Abb. 4.4.1:** Temperatur- und Salzgehalt in 29 m Tiefe im südöstlichen Ausgang des Fehmarn Belt. Man beachte den deutlichen Jahresgang. Im Dezember 2004 steigt der Salzgehalt früher als sonst an, eine Folge eines Einstromereignisses (vergl. Abb. 4.3.2).

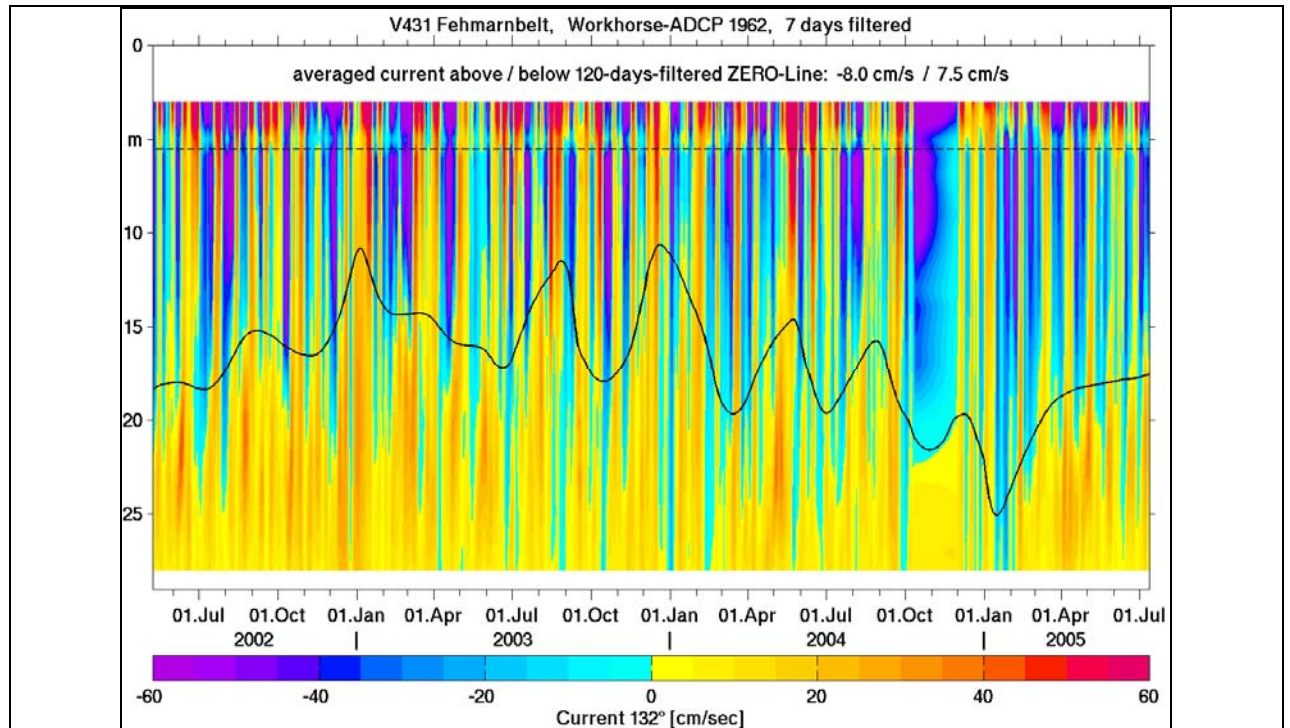
Die bodennahe Strömung ist fast immer in die Ostsee hinein gerichtet ist mit nur wenigen Richtungsumkehrungen (Abb. 4.4.2), d. h. außerordentlich stabil in der Strömungsrichtung ist.

Das vertikale Strömungsprofil ist für den Zeitraum Mai 2002 bis Juli 2005 berechnet worden (Abb. 4.4.2). Dabei ist das Koordinatensystem in Komponenten parallel (120°) und normal zu den Isobathen im südöstlichen Teil des Fehmarnbels gedreht worden. Der Einstrom ist ständig vorhanden und bis zu 50 cm/s stark; manchmal greift er bis zur Oberfläche durch; nur selten ist am Boden ein Ausstrom zu beobachten.

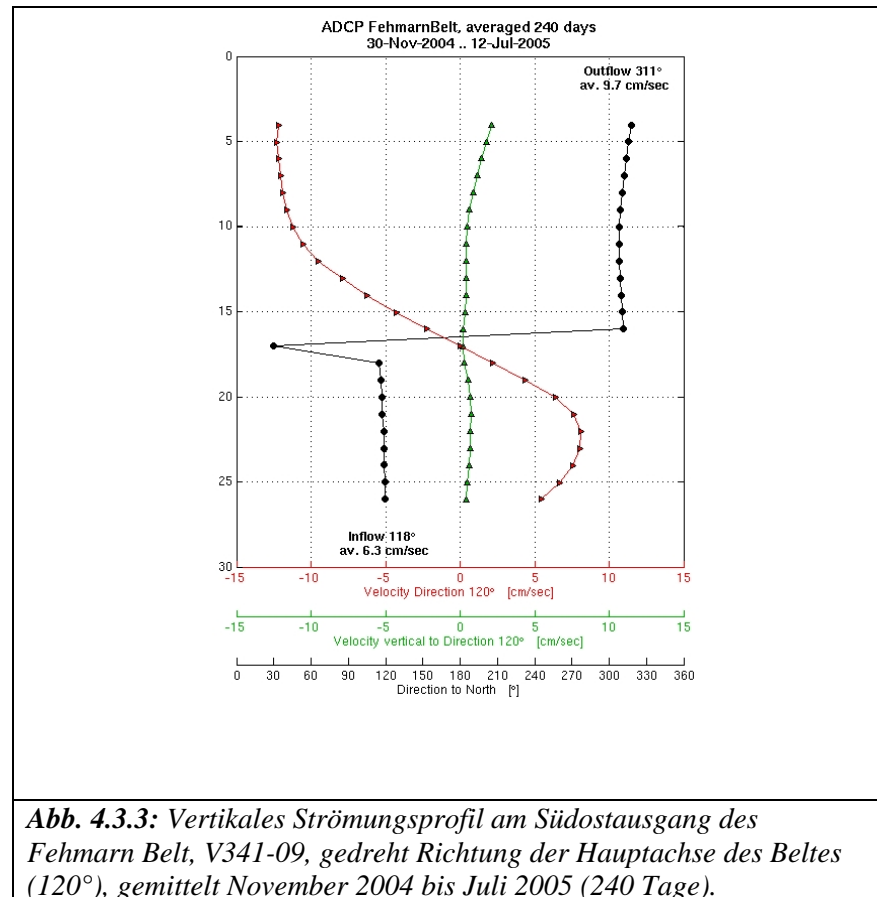
Auf zwei Ereignisse im boddennahen Einstrom soll hingewiesen werden: (i) im Dezember 2002 nimmt der Einstrom stark zu. Dies ist der Salzwassereinstrom im Winter 2002/2003, durch dem Tiefenwasser sauerstoffreiches Wasser zugeführt wurde, und (ii) im Dezember 2004 wird in der oberen Schicht ein extrem starker Ausstrom, bodennah ein extrem starker Einstrom beobachtet, der mit einer zwischenzeitlichen – untypisch für die Jahreszeit – Erhöhung des Salzgehalts verbunden ist. (vgl. Abb. 4.4.2) .

Die vertikale Stromscherung ist mit der üblichen Umkehr der Strömung groß. Die Tiefe der Stromumkehr liegt allgemein zwischen 12 m und mehr als 20 m, selten tiefer (schwarze Linie in Abb. 4.4.2).

Das 3-Jahres Mittel des vertikalen Strömungsprofils von Juli 2002 bis Juli 2005 bestätigt diesen optischen Eindruck (Abb. 4.4.3): von der Oberfläche bis zur mittleren Tiefe der Strömungsumkehr beträgt der gemittelte Ausstrom 9.7 cm/s und ist nach 311° gerichtet; darunter bis zum Boden beträgt der Einstrom 6.3 cm/s, gerichtet nach 118°. Die vertikale Verteilung zeigt gleichzeitig, wie außerordentlich richtungsstabil das mittlere Profil mit der Tiefe oberhalb und unterhalb des Niveaus der Stromumkehr in 16 m Tiefe ist.



**Abb. 4.4.2:** Strömung am Südostausgang des Fehmarn Belt (Marieneleuchte), gemessen mit einem ADCP, der in einem Schild am Boden verankert war; zusammengesetzte Zeitreihe Juli 2002 bis, Juli 2005; Komponente in Hauptachse des Beltes (120°), mit Tiefpass gefilterte Tagesmittel; gel ist Einstrom in die Ostsee; blau Ausstrom in die Kieler Bucht; die schwarze Linie markiert die Tiefe der Stromumkehr (120 Tage übergreifend gemittelt); mittlerer Ausstrom in der oberen Schicht -8.0 cm/s; mittlerer Einstrom in der unteren Schicht 7.5 cm/s



## 5. Wissenschaftliche Ausrüstung und Verankerungen

### 5.1 Verankerungen

Im Sperrgebiet Marienleuchte am Südostausgang des Fehmarnbeltes liegen in V431 durch Schild geschützt ein WH-ADCP 300 kHz und ein MicroCat in 29 m Tiefe am Boden. Damit gelingt es, das vertikale Strömungsprofil vom Boden bis zur Oberfläche mit hoher Auflösung zu erfassen. Außerdem steht im MicroCat eine zuverlässige Salzgehaltsbestimmung zur Verfügung.

V431-09 wurde am 12.07.2005 aufgenommen und am 15..erneut ausgesetzt.

**Tabelle 5.1:** Verankerte Geräte im Sperrgebiet Marienleuchte

| Datum<br>2005 | Zeit<br>UTC | Position                  | Wasser-<br>tiefe | ID                  | Geräte                          | Bemerkung   |
|---------------|-------------|---------------------------|------------------|---------------------|---------------------------------|-------------|
| 12.07.        | 12:45       | 54°31.35'N<br>011°18.23'E | 29 m             | V431-09<br>(Schild) | WH-ADCP: 29 m<br>MicroCat: 29 m | Aufgenommen |
| 15.07.        | 09:40       | 54°31.40'N<br>011°18.49'E | 29 m             | V431-10<br>(Schild) | WH-ADCP: 29 m<br>MicroCat: 29 m | Ausgesetzt  |





**Abb. 5.1:** Schutzschild gegen Bodenfischerei der Verankerung V431; unter der Plastikkappe im oberen Teil befindet sich der WH 300 kHz ADCP; das CTD von Typ MicroCat ist am inneren Teil des Gewicht (blau) montiert; Auftrieb ist orange; Gesamtgewicht etwa 1.500 kg.

## 5.2 CTD/Rosette und Salinometer

Verwendet wird eine OTS-Multisonde mit zusätzlichen Sensoren für die Messung gelösten Sauerstoffes (Beckmann-Sensor) und Chlorophyll mittels Fluorometer. Die Sonde ist in eine Rosette mit 12 Schöpferplätzen eingebaut. Elektrische Kippthermometer und –Druckmesser an den diesmal verwendeten 2.5 l-Schöpfern dienen der Kontrolle der Schließtiefen der Schöpfer.

## 5.3 Unterwegs-Messungen

### 5.3.1 Datadis

In die zentralen Datenerfassung DATDIS werden die Daten von Navigation, Lot, meteorologischen Sensoren und Thermosalinographen eingespeist, auf PC-Festplatte gespeichert und in den Labors auf Bildschirm angezeigt. Ausserdem liegen alle Daten im Trockenlabor an einer RS232-Schnittstelle in ASCII an.

- **Problem:** Infolge des Alters der Anlage kam es zu Ausfällen bei der Datenaufzeichnung.

### 5.3.2 Navigation

Zur Verfügung stehen GPS und Kreiselkompass, deren Daten in die DATADIS eingespeist werden.

### 5.3.3 Meteorologische Daten

Sensoren für Temperatur, Feuchttemperatur und Wind sind im Mast jeweils auf der

Steuerbord- und der Backbordseite angebracht. Ausdem werden Luftdruck sowie die globale Einstrahlung und die langwellige Ausstrahlung gemessen. Alle Daten werden in die DATADIS eingespeist. Die Wartung der Sensoren liegt beim IfM (Dr. K. Uhlig).

#### 5.3.4 Echolot

Die Anzeigen des Lotes im Labor und auf der DATADIS sind kompensiert für die Einbautiefe des Schwingers. In der Regel ist eine Bezugsschallgeschwindigkeit von 1500 m/s eingestellt.

#### 5.3.5 Thermosalinograph

Auf ALKOR werden die Daten des Thermosalinographen vom *Bathysonde* gewonnen und in die zentrale Datenerfassung DATADIS eingespeist. Temperatur und Salzgehaltsanzeige werden durch Vergleich mit Werten der OTS-Sonde aus der Deckschicht ( $P < 2$  dbar) verglichen; Dabei wird angenommen, dass die Temperaturanzeige der OTS-Sonde in der Laborkalibrierung korrekt ist. Die Salzgehalte des TSG werden dann mit den korrigierten Salzgehalten der OTS Sonde korrigiert.

- **Problem:** wegen der zeitweiligen Ausfälle der DATADIS stehen keine bzw. nicht genügend Vergleichsdaten zur Verfügung

#### 5.3.6 Schiffs-ADCP

Verwendet wurde ein 300 kHz RDI Workhorse ADCP, der im Schacht montiert ist. Dabei ist darauf zu achten, dass eine Abdeckung benutzt wird, um früher beobachtete Störungen im Signal zu vermeiden. Das Gerät konnte im *bottom track mode* gefahren werden. GPS-Navigationsdaten und der Schiffskurs nach dem Kreiselkompass werden aus der DATADIS-Anlage verwendet, um mit der vmDAS-Software absolute Strömungsprofile zu berechnen.

- **Problem:** Da am ADCP immer noch wie bereits früher starke Störungen in den Daten beobachtet wurden, wurden die Daten nicht weiter ausgewertet.

### 6. Abschließende Bemerkungen

*An Kapitän Baschek und die Besatzung von ALKOR geht Dank für die freundliche und professionelle Unterstützung.*

### 7. Literatur

Firing, E., Ranada, J. and P. Caldwell (1993): Processing ADCP Data with the CODAS Software System, Version 3.1. Intern. Rep. Univ. Hawaii & NODC.

König, J., (2004): Wassermassenaustausch durch den Fehmarnbelt. Dipl.-Arb., Mat.-Natuw. Fak. Univ. Kiel, 54 S.

Müller, T.J. (1999): Determination of salinity. In: Grasshoff, K., K. Kremling and M Ehrhardt (editors), *Methods of Seawater Analysis*, 3<sup>rd</sup> rev, Wiley-CH, 600 pp.

RD Instruments (1990): User's Manual for the RD Instruments Data Acquisition Software (DAS). RD Instruments, San Diego, CA, U.S.A.



## 8. Anhang

### ALKOR cruise 261: Station and sample log

Kiel-Kiel, 12-JUL-2005 to 15-JUL-2005

Status: 15-JUL-2005, 20:00 UTC

#### List of abbreviations:

MM : month  
 DD : day  
 hh : hour (UTC)  
 mm : minute (UTC)  
 St : ALKOR station station no.  
 C : CTD cast no., monotonically increasing during the cruise;  
 all casts to near bottom if not indicated else  
 P : position no. of practical course  
 Wd : water depth from sounding/m, based on 1470 m/s  
 Id : max. depth of instrument  
 In : (major) Type of instrumentation or mooring or equipment  
 S : type of samples taken ( see below)  
 x 1 vADCP : way point vessel mounted RDI ADCP, 300 kHz  
 x 1 Datadis : way point of on-line log of underway data,  
 x 2 H-Bios : CTD, CTD with O2 and fluorometer sensor,  
 x IFMK internal ID 1, 3x2.5 l bottle rosette attached  
 x 5 mooring : V431  
 P : fixed position no. in student's course

#### Samples taken

S : 6 salinity (for CTD calibration only)

#### Legend for hydrographic and vADCP sections

C section across Fehmarnbelt

L section along Vinds Grav, Fehmarnbelt, Cadet Gap to Arkona Basin

D section across Cadet Gap

| Date                         | Time | St | C  | P   | Latitude          | Longitude         | Wd | Id | In | S | Remarks                 |
|------------------------------|------|----|----|-----|-------------------|-------------------|----|----|----|---|-------------------------|
| year 2005                    |      |    |    |     |                   |                   |    |    |    |   |                         |
| UTC                          |      |    |    |     |                   |                   |    |    |    |   |                         |
| MM                           | DD   | hh | mm |     | North<br>DD MM.MM | East<br>DDD MM.MM | m  | m  |    |   |                         |
| X-----                       |      |    |    |     |                   |                   |    |    |    |   |                         |
| Day 1, Kiel Warnemuende      |      |    |    |     |                   |                   |    |    |    |   |                         |
| 07                           | 12   | 05 | 00 | -9  | -9                | 010 09.00         | -9 | 0  | 2  | 0 | sail Kiel               |
| 07                           | 12   | 05 | 45 | -9  | -9                | 010 17.00         | 21 | 21 | 4  | 0 | WP                      |
| 07                           | 12   | 07 | 29 | 903 | 1                 | 010 55.10         | 23 | 23 | 2  | 0 | L west, CTD             |
| 07                           | 12   | 08 | 17 | 904 | 2                 | 011 05.09         | 33 | 33 | 2  | 0 | L CTD                   |
| 07                           | 12   | 09 | 01 | 905 | 3                 | 011 09.81         | 11 | 11 | 2  | 6 | C south, CTD, vADCP     |
| 07                           | 12   | 09 | 20 | 906 | 4                 | 011 11.09         | 29 | 29 | 2  | 6 | C, L, CTD               |
| 07                           | 12   | 09 | 45 | 907 | 5                 | 011 12.48         | 28 | 28 | 2  | 6 | C, data destroyed       |
| 07                           | 12   | 10 | 08 | 908 | 6                 | 011 13.37         | 28 | 28 | 2  | 6 | C CTD                   |
| 07                           | 12   | 10 | 29 | 909 | 7                 | 011 14.54         | 24 | 24 | 2  | 6 | C CTD                   |
| 07                           | 12   | 10 | 48 | 910 | 8                 | 011 15.52         | 21 | 21 | 2  | 6 | C north CTD             |
| 07                           | 12   | 12 | 45 | 911 | -9                | 011 18.23         | 29 | -9 | 1  | 0 | recover mooring V431/01 |
| 07                           | 12   | 13 | 14 | 911 | 9                 | 011 18.31         | 29 | 29 | 2  | 6 | L, at V431 CTD          |
| 07                           | 12   | -9 | -9 | -9  | -9                | 011 40.00         | -9 | -9 | 4  | 0 | WP                      |
| 07                           | 12   | -9 | -9 | -9  | -9                | 012 05.00         | -9 | -9 | 4  | 0 | WP                      |
| 07                           | 12   | 17 | 30 | -9  | -9                | 012 05.50         | -1 | -1 | 2  | 0 | Warnemuende             |
| Day2, Warnemuende - Sassnitz |      |    |    |     |                   |                   |    |    |    |   |                         |
| 07                           | 13   | 05 | 30 | -9  | -9                | 012 05.50         | -1 | -1 | 2  | 0 | sail Warnemuende        |
| 07                           | 13   | 06 | 00 | -9  | -9                | 012 04.00         | -9 | -9 | 4  | 0 | WP, start vADCP         |
| 07                           | 13   | 06 | 54 | 912 | 10                | 012 10.00         | 22 | 22 | 2  | 6 | L CTD                   |
| 07                           | 13   | 08 | 00 | 913 | 11                | 012 18.08         | 24 | 24 | 2  | 6 | L CTD                   |
| 07                           | 13   | 09 | 12 | 914 | 12                | 012 29.98         | 18 | 17 | 2  | 6 | L CTD                   |
| 07                           | 13   | 10 | 21 | 915 | 13                | 012 42.49         | 21 | 21 | 2  | 6 | L CTD                   |
| 07                           | 13   | 11 | 29 | 916 | 14                | 012 55.02         | 22 | 20 | 2  | 6 | L CTD                   |
| 07                           | 13   | 13 | 47 | 917 | 15                | 013 29.80         | 48 | 46 | 2  | 6 | L CTD                   |
| 07                           | 13   | 15 | 32 | 918 | 16                | 013 48.00         | 39 | 37 | 2  | 6 | L CTD                   |
| 07                           | 13   | -9 | -9 | -9  | -9                | 013 45.00         | -9 | -9 | 4  | 0 | WP                      |
| 07                           | 13   | 17 | 00 | -9  | -9                | 013 39.00         | -9 | -9 | 2  | 0 | Sassnitz                |

*Fahrtbericht ALKOR 261, 12.07.-15.07.2005*

| Date Time<br>year 2005        | St  | C  | P  | Latitude | Longitude | Wd | Id | In | S | Remarks          |
|-------------------------------|-----|----|----|----------|-----------|----|----|----|---|------------------|
| UTC                           |     |    |    | North    | East      |    |    |    |   |                  |
| MM DD hh mm                   |     |    |    | DD MM.MM | DDD MM.MM | m  | m  |    |   |                  |
| X-----                        |     |    |    |          |           |    |    |    |   |                  |
| Day 3, Sassnitz - Warnemuende |     |    |    |          |           |    |    |    |   |                  |
| 07 14 05 00                   | -9  | -9 | -9 | 54 31.00 | 013 39.00 | -9 | -9 | 2  | 0 | sail Sassnitz    |
| 07 14 -9 -9                   | -9  | -9 | -9 | 54 34.00 | 013 45.00 | -9 | -9 | 4  | 0 | WP               |
| 07 14 -9 -9                   | -9  | -9 | -9 | 54 45.00 | 013 30.00 | -9 | -9 | 4  | 0 | WP               |
| 07 14 12 32                   | 919 | 17 | 28 | 54 44.48 | 012 10.51 | 17 | 16 | 2  | 6 | D CTD            |
| 07 14 13 03                   | 920 | 18 | 27 | 54 42.11 | 012 14.39 | 20 | 19 | 2  | 6 | D CTD            |
| 07 14 13 32                   | 921 | 19 | 26 | 54 39.81 | 012 18.29 | 18 | 17 | 2  | 6 | D CTD            |
| 07 14 14 11                   | 922 | 20 | 25 | 54 37.60 | 012 22.27 | 17 | 16 | 2  | 6 | D CTD            |
| 07 14 14 48                   | 923 | 21 | 24 | 54 35.31 | 012 26.12 | 16 | 15 | 2  | 6 | D CTD            |
| 07 14 15 21                   | 924 | 22 | 23 | 54 33.00 | 012 28.30 | 14 | 13 | 2  | 6 | D CTD            |
| 07 14 -9 -9                   | -9  | -9 | -9 | 54 18.00 | 012 05.00 | -9 | -9 | 4  | 0 | WP               |
| 07 14 17 00                   | -9  | -9 | -9 | 54 07.00 | 012 05.50 | -1 | -1 | 2  | 0 | Warnemuende      |
| Day 4, Warnemuende Kiel       |     |    |    |          |           |    |    |    |   |                  |
| 07 15 05 00                   | -9  | -9 | -9 | 54 07.00 | 012 05.50 | -1 | -1 | 2  | 0 | sail Warnemuende |
| 07 15 -9 -9                   | -9  | -9 | -9 | 54 18.00 | 012 05.00 | -9 | -9 | 4  | 0 | WP               |
| 07 15 06 24                   | 925 | 23 | 14 | 54 21.51 | 011 59.99 | 18 | 17 | 2  | 0 | L CTD            |
| 07 15 07 10                   | 926 | 24 | 13 | 54 21.00 | 011 49.95 | 22 | 21 | 2  | 0 | L CTD            |
| 07 15 07 52                   | 927 | 25 | 12 | 54 21.01 | 011 39.99 | 26 | 25 | 2  | 0 | L CTD            |
| 07 15 08 44                   | 928 | 26 | 11 | 54 27.02 | 011 29.88 | 26 | 25 | 2  | 0 | L CTD            |
| 07 15 09 40                   | 929 | -9 | 10 | 54 31.40 | 011 18.49 | 29 | -9 | 1  | 0 | set V431-04      |
| 07 15 -9 -9                   | -9  | -9 | -9 | 54 33.00 | 011 05.09 | -9 | -9 | 4  | 0 | WP               |
| 07 15 -9 -9                   | -9  | -9 | -9 | 54 29.00 | 010 17.00 | -9 | -9 | 4  | 0 | WP               |
| 07 15 13 45                   | -9  | -9 | -9 | 54 20.00 | 010 09.00 | -9 | -9 | 2  | 0 | Kiel             |